

1. NOȚIUNI INTRODUCTIVE

Costurile de mentenanță reprezintă o mare parte a costurilor totale de funcționare ale sistemelor industriale. Termenul de sistem industrial se referă la o mașină, centru de prelucrare, robot industrial, linie de fabricație, fabrică, depozit, etc. În funcție de specificul fiecărei ramuri industriale, costurile de mentenanță pot reprezenta de la 15 la 60% din costurile produselor finite.

Exploatarea în condiții optime și cu performanțe ridicate a sistemelor industriale este strâns legată de prevenirea defecțiunilor provenite prin manevre greșite, datorită neatenției operatorului sau prin suprasolicitări întâmplătoare, prin uzura excesivă și prematură a unor elemente componente, etc. Dezvoltarea tehnicilor de monitorizare și diagnoză și implementarea lor pe sistemele industriale asigură funcționarea în condiții de siguranță și de performanță a acestora, cu efecte pozitive asupra fiabilității și productivității.

Abordarea problemelor legate de apariția și gestionarea unei situații de defect într-un sistem industrial necesită, într-o primă etapă, definirea unor termeni uzuali.

Deteriorarea sau întreruperea capacității unui sistem de a asigura o funcție cerută în condițiile de funcționare specificate definește o **situație de defect** (defectare). O defectare este datorată apariției unui sau mai multor defecte. Nu întotdeauna un defect duce la defectare, sistemul putând să continue să funcționeze, dar la performanțe scăzute. Detectția și izolarea defectelor este deci o necesitate în orice sistem.

Detectia defectelor se definește ca determinarea prezenței unui defect în sistem; **izolarea defectelor** se referă la determinarea tipului de defect, a locului de producere a defectului și a momentului de detectare; urmând ca prin **identificarea defectelor** să se asigure determinarea mărimii și comportării în timp a defectului, respectiv a cauzei care a generat defectarea constatată. Aceste trei funcții sunt îndeplinite de blocurile/echipamentele de detecție și diagnoză a defectelor în sistemele industriale. Diagnoza include, deci, etapele de izolare și identificare a defectelor, stabilind o legătură cauză-efect între un simptom observat și defectarea care îi urmează, cauzele și consecințele sale, utilizând algoritmi specifici și conducând la detecția timpurie a situațiilor anormale, prevenind astfel avarii importante.

Procesul de detecție și diagnoză a defectelor presupune accesul la anumite mărimi/parametri semnificativi ai sistemului, care dau în orice moment informații asupra stării acestuia. Ansamblul tuturor echipamentelor care asigură preluarea și analiza semnalelor din sistem, detecția și diagnoza defectelor poartă denumirea de modul de monitorizare a stării sistemului, termen întâlnit în limba engleză ca și condition monitoring. Monitorizarea stării

unui sistem se poate realiza utilizând echipamente/algoritmi sofisticatăi, sau, pentru sistemele mai simple, se bazează pe experiența și pregătirea operatorului sistemului respectiv.

1.1. CONCEPTE DE MENTENANȚĂ

Dezvoltarea activității industriale, realizarea unor producții cât mai mari, la calitate cât mai bună și cu costuri cât mai mici, au determinat orientarea managementului firmelor și a experților în utilaje și echipamente spre elaborarea unor măsuri organizatorice și tehnologii care să reducă opririle accidentale ale utilajelor și reducerea timpilor de staționare în reparație, deci a costurilor de mentenanță. **Mentenanța** poate fi considerată un ansamblu de activități tehnico-organizatorice care au ca scop menținerea în stare de funcționare, întreținerea și reparația sistemelor industriale.

Primele politici de mentenanță dezvoltate constau în intervenții asupra utilajelor care funcționau până la oprirea lor accidentală (breakdown) datorită uzurii instaurate sau datorită apariției unor defecțiuni. Intervenția se considera satisfăcătoare atâta timp cât mașina/sistemul funcționa la un nivel minim acceptabil (**mentenanță reactivă**).

Dezvoltarea și creșterea complexității sistemelor industriale a dus la modernizarea și actualizarea tehnicilor și politicilor de mentenanță. Funcție de costurile legate de piesele de schimb și materiale, respectiv de pierderile datorate timpului de staționare în reparație, se deosebesc trei tipuri de politici de mentenanță.

Mentenanța corectivă permite unui mijloc de producție, în mod provizoriu, îndeplinirea integrală a funcției, prin intervenții la momentul apariției unei probleme. Acțiunea este bine planificată, însă, acționându-se nu numai la nivelul simptomatice, ci căutându-se și rezolvându-se însăși cauza defectului.

Pentru situația în care utilajele funcționează în condiții de siguranță până la instalarea unui anumit nivel de uzură sau a unui defect în stare incipientă, discutăm de **mentenanță preventivă și predictivă**. În astfel de sisteme, utilajele vor fi oprite la o dată anticipată, iar reparația va fi făcută doar acolo unde este nevoie. Acest tip de mentenanță permite depistarea din timp, localizarea și identificarea defecțiunii sau a piesei uzate, precum și calculul duratei de funcționare în condiții de siguranță a utilajului. Activitatea de tip preventiv și predictiv face posibilă planificarea opririi, pregătirea echipei de intervenție, asigurarea pieselor de schimb necesare, respectiv reducerea la minim a duratei de staționare pentru reparație.

Mentenanța predictivă reprezintă un salt calitativ superior într-un sistem de mentenanță modern, indiferent de ramura industrială sau de specificul de producție, deoarece oferă toate informațiile necesare pentru:

- depistarea din timp a apariției defecțiunilor;
- localizarea acestora;
- diagnosticarea defecțiunilor;
- calculul duratei de funcționare în condiții de siguranță a utilajului.

1.1.1. MENTENANȚĂ REACTIVĂ

Acest tip de mentenanță este caracterizată prin două elemente, și anume planificare scăzută și reparații incomplete. Reparațiile sunt de cele mai multe ori prost planificate datorită constrângerilor de timp impuse de producție și de managementul sistemului. În mod curent, mentenanța reactivă costă de trei-patru ori mai mult decât în cazul aceeași problemă ar fi rezolvată în mod planificat.

O a doua problemă legată de mentenanța reactivă este aceea conform căreia activitatea se concentrează pe repararea simptomului defectului, fără a căuta cauza. De exemplu, defectarea unui lagăr poate cauza disfuncționalități ale unui echipament, determinând oprirea producției. Acesta este schimbat cât de repede și mașina/sistemul este repus în funcțiune, fără a se încerca determinarea cauzei defectului la nivelul lagărului și/sau fără a se încerca prevenirea reapariției defectului. Ca rezultat, fiabilitatea mașinii/sistemului este redusă în mod drastic, ceea ce determină creșterea frecvenței de apariție a defectului și, bineînțeles, a costurilor de întreținere.

1.1.2. MENTENANȚĂ CORECTIVĂ

În cazul mentenanței corective, spre deosebire de cea reactivă, activitatea se focalizează pe sarcini planificate la intervale regulate de timp prin care să se asigure menținerea în stare de funcționare la parametri optimi a mașinilor/sistemelor critice. Eficiența programului de mentenanță se judecă în funcție de costul ciclului de viață a mașinilor/sistemelor critice și nu în funcție de cât de repede este repus în funcțiune.

Astfel, principalul obiectiv al mentenanței corective este acela de a elimina întreruperile în funcționare, deviațiile de la condițiile optime de funcționare și intervențiile nenesesare. Aceasta presupune reparații corecte și complete ale problemelor încă din fază incipientă, pe baza unui program de intervenții bine stabilit, implementat de oameni pregătiți în acest scop, reparațiile fiind verificate înainte de a pune mașina/sistemul din nou în funcțiune. Problemele incipiente nu se restrâng numai la probleme electrice sau mecanice. Toate deviațiile de la condițiile optime de funcționare, de exemplu randament, capacitate de producție sau calitatea produselor, sunt corectate imediat ce sunt detectate.

1.1.3. MENTENANȚA PREVENTIVĂ

Conceptul de mentenanță preventivă are o multitudine de semnificații. O interpretare literală a acestui termen definește un program de mentenanță care are ca scop eliminarea sau prevenirea mentenanței corective și/sau a celei reactive. Un program de mentenanță preventivă mai cuprinzător va apela la evaluarea periodică a echipamentelor/mașinilor/sistemelor critice pentru a detecta potențiale probleme și pentru a programa imediat intervențiile necesare care vor preveni orice degradare a condițiilor de funcționare.

Activitățile de asigurare a mentenanței sunt gestionate în timp. Figura prezintă rata de apariție a unui defect în funcție de timpul de funcționare. Astfel, o mașină nouă are șanse mari să se defecteze în prima săptămână de la punerea în funcțiune datorită unor probleme legate de instalare. După această perioadă probabilitatea de apariție a unui defect este relativ redusă pentru o perioadă lungă de timp. După această perioadă, numită ciclu de viață, probabilitatea defectării crește rapid cu timpul scurs. Managementul mentenanței preventive ia sau trebuie să ia în considerare această statistică în planificarea lucrărilor de reparații și întreținere.

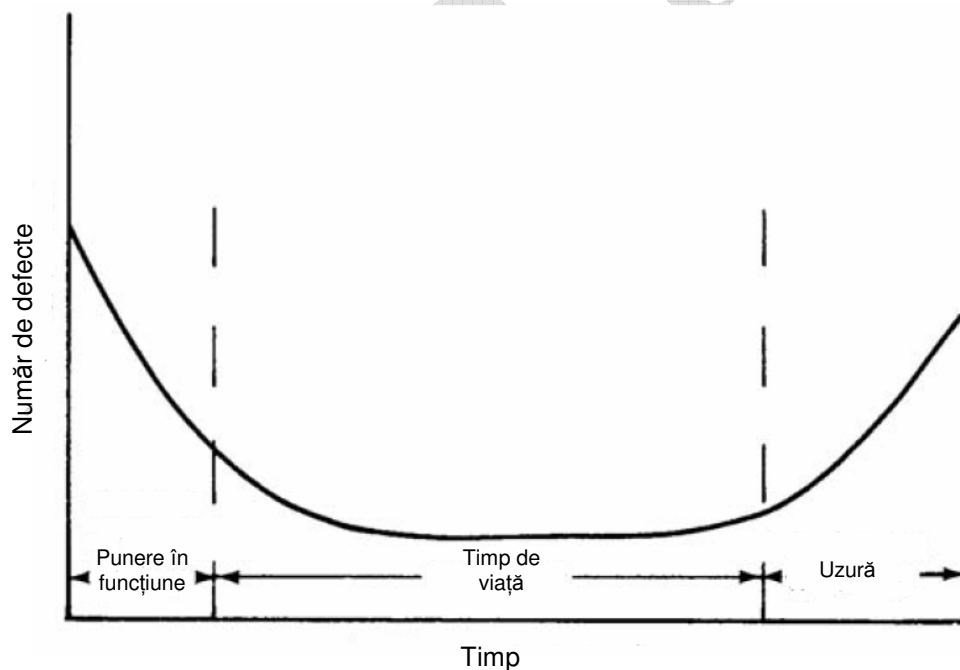


Fig. 1.1. Reprezentarea statistică a apariției defectelor la o mașină/echipament/sistem.

Implementarea mentenanței preventive la momentul actual variază într-o gamă largă. Anumite programe sunt extrem de limitate și constau numai în

lubrificare și ajustări minore. Un program real și eficient de mentenanță preventivă presupune planificarea reparațiilor, lubrificării, ajustărilor, recondiționării pentru toate echipamentele/mașinile/subsisteme din cadrul unui sistem industrial. Numitorul comun al acestor intervenții este programarea corectă în timp funcție de statistica prezentată mai sus.

Toate programele de mentenanță pleacă de la premisa că fiecare mașină/echipament are un timp de viață specific. De exemplu, o pompă centrifugală, funcționează în mod normal 18 luni, interval după care necesită lucrări de reparații capitale. Utilizând un program de mentenanță preventivă, pompa va fi scoasă din serviciu după 17 luni și introdusă în programul de reparații capitale. Problema acestui tip de abordare este legată de faptul că modul de operare și variabilele specifice locului de montare sau ale sistemului în ansamblu pot afecta ciclul de viață al mașinii. De exemplu, condițiile de exploatare și prin urmare statistica aparițiilor defectelor pentru o pompă de apă nu sunt același cu o pompă care asigură evacuarea unor lichide de răcire sau de ungere.

1.1.4. MENTENANȚA PREDICTIVĂ

Ca și mentenanța preventivă, cea predictivă are o mulțime de definiții. Pentru o parte din operatorii umani aceasta se reduce la monitorizarea vibrațiilor mașinilor rotative în vederea detectării defectelor incipiente și a prevenirii întreruperii funcționării. Pentru alții, aceasta se referă la monitorizarea cu camere de termoviziune a contactelor electrice, motoarelor sau altor echipamente electrice, pentru a detecta problemele apărute.

Premisa comună de la care pornește mentenanța predictivă este aceea că monitorizarea periodică sau continuă a stării mecanice, electrice sau a altor indicatori ai funcționării sistemelor sau proceselor poate furniza datele necesare asigurării intervalului maxim între lucrările de reparații și întreținere, respectiv de a minimiza costul întreruperilor de producție neplanificate datorate eventualelor defecțiuni.

Cu toate acestea, mentenanța predictivă este mai mult decât atât. Este de fapt mijlocul de îmbunătățire și creștere a productivității, calității produselor și ale randamentului total al sistemelor de fabricație și producție.

Mentenanța predictivă este de fapt o filozofie sau o atitudine care, pe baza condițiilor de funcționare permite optimizarea întregului sistem industrial. Un management cuprinzător al mentenanței predictive utilizează cele mai eficiente metode (monitorizarea vibrațiilor, termografia, tribologia, etc) pentru a obține parametrii de funcționare ale subsistemelor componente ale unui sistem industrial, pe baza cărora va programa activitățile de întreținere și reparație. Includerea mentenanței predictive în programul general de mentenanță optimizează disponibilitatea mașinilor și echipamentelor și reduce foarte mult costurile de mentenanță.

Spre deosebire de mentenanța preventivă, care are ca bază de programare timpul scurs de la punerea în funcțiune/reparație capitală/intervenție pentru organizarea activităților de mentenanță, mentenanța predictivă are la bază programarea acestora funcție de parametri/indicatorii efectivi de funcționare ai echipamentului/mașinii/sistemului. Utilizarea mentenanței predictive ca element important al politicii de mentenanță ai unei firme furnizează date în timp real asupra stării mecanice actuale a fiecărei sistem de antrenare și randamentul de funcționare al fiecărui proces. Aceste date reprezintă o bază importantă în organizarea activității de mentenanță. Se vor putea evita astfel întreruperile neprogramate ale procesului de producție, prin identificarea problemelor înainte ca ele să devină serioase. Cea mai mare a problemelor pot fi minimizate prin detectarea lor în fază incipientă.

1.2. ABORDAREA ȘI IMPLEMENTAREA PROGRAMELOR DE MENTENANȚĂ PREDICTIVĂ

În foarte multe cazuri, programele de mentenanță preventivă nu au dat rezultatele scontate, acest lucru fiind generat nu atât de limite tehnice cât de modul de abordare și implementare a tehnicilor de mentenanță la nivelul locului de muncă. În vederea eficientizării politicii de mentenanță trebuie avute în vedere câteva elemente, și anume: **modul de abordare**, de la cel mai înalt nivel, până la locul de muncă, pe de o parte, dar și diferența între dezvoltarea politicii de mentenanță pentru firme mari, mijlocii sau mici pe de altă parte; respectiv **utilizarea corectă** a tehnicilor de mentenanță.

1.2.1. MODUL DE ABORDARE AL POLITICII DE MENTENANȚĂ

În ceea ce privește modul de abordare al politicii de mentenanță predictivă la nivelul unei firme trebuie avute în vedere două elemente importante: primul dintre ele se referă la înțelegerea locului și rolului mentenanței predictive, în timp ce al doilea se referă la dimensiunea firmei la care se aplică politica de mentenanță.

1.2.1.1. Percepția mentenanței predictive

Analiza problemelor legate de eficiența diferitelor tipuri de echipamente de-a lungul a 30 de ani [] a demonstrat ca politica de mentenanță este responsabilă de aproximativ 17% din întreruperile producției sau ale problemelor de calitate. Celelalte 83 de procente se datorează de cele mai multe ori practicilor inadecvate de operare, proiectării defectuoase, etc.

În dezvoltarea unei politici eficiente de mentenanță predictivă este necesară implicarea factorilor de conducere, a echipei manageriale care trebuie să înțeleagă necesitatea implementării acesteia, cu costuri suplimentare, dar care în timp își vor dovedi eficacitatea. Astfel, pentru optimizarea proceselor

și a funcționării firmei, în general, este necesară implementarea tehnicilor specifice de mentenanță predictivă, pentru detecția, izolarea și rezolvarea în timp util și cu costuri cât mai reduse a tuturor abaterilor de la performanțele stabilite. Utilizarea acestor tehnici de mentenanță trebuie însă acceptată la toate nivelele, lucru dificil de realizat. De aceea este esențială formarea unei categorii de personal care să aibă ca principal scop acela al dezvoltării și implementării politicii de mentenanță.

Alegerea personalului și organizarea lui nu este un demers ușor. Membrii echipei trebuie să posede cunoștințe complete despre proiectarea mașinilor, echipamentelor și proceselor și să fie capabili să implementeze cele mai bune practici atât pentru operarea, cât și pentru mentenanța tuturor mașinilor/echipamentelor critice ale sistemelor industriale. De asemenea, echipa trebuie să cunoască și să utilizeze în mod corect tehnicile de mentenanță, în concordanță cu caracteristicile mașinii/echipamentului.

Această problemă poate fi rezolvată în două moduri. Prima abordare se referă la selectarea personalului din rândul celor mai buni specialiști ai firmei, specialiști care să posede cunoștințe solide fiecare în domeniul propriu. Cea de-a doua abordare se referă la angajarea unor ingineri specializați pe asigurarea calității și a mentenanței. De cele mai multe ori, specialiștii din această categorie își oferă serviciile în calitate de consultanți, de obicei pe termen scurt, după care firma va fi nevoită să apeleze la angajații proprii pentru a continua această activitate.

1.2.1.2. Politica de mentenanță vs dimensiunea firmei

Înainte de a analiza modul de abordare a politicii de mentenanță în funcție de dimensiunea firmei, trebuie avut în vedere faptul că productivitatea ridicată, costul redus, calitatea produselor și serviciilor, reprezintă cerințe atât la nivelul firmelor mari, cât și la nivelul celor mici și mijlocii. Pe de altă parte, există câteva elemente fundamentale care trebuie analizate și avute în vedere înainte de a discuta diferențele între politicile de mentenanță ale diferitelor tipuri de firme.

Primul element ce trebuie avut în vedere este legat de asigurarea unui mediu propice muncii, cu implicarea tuturor angajaților, de la nivel managerial, până la cel productiv. Toate serviciile din cadrul firmei trebuie implicate în asigurarea unui flux tehnologic eficient, de la aprovizionare, producție, mentenanță, până la cel de vânzări și marketing.

Astfel, serviciul de vânzări și marketing trebuie să asigure un volum suficient de noi contracte astfel încât să poată susține un nivel acceptabil al producției. Implicarea în noi contracte trebuie să aibă în vedere următoarele: noile produse să asigure o utilizare eficientă a infrastructurii firmei, mărimea noilor contracte să reducă timpii necesari setărilor pentru începerea unei noi linii de produse, valoarea contractului să asigure un profit rezonabil.

Managementul producției este un alt element ce contribuie la asigurarea performanțelor unei firme. Serviciul producție trebuie să planifice și să organizeze activitatea astfel încât să se poată obține un randament maxim cu infrastructura existentă. O planificare corectă depinde de o serie de factori, după cum urmează: o bună comunicare cu serviciul de vânzări și marketing, o bună cunoaștere a capacității de producție, controlul materialelor și un fiabilitate ridicată a echipamentelor. Nu trebuie pierdut din vedere contactul permanent cu serviciul aprovizionare, cu cel al resurselor umane, respectiv cu cel de mentenanță.

În plus, fiecare funcție de producție trebuie să aibă și să folosească proceduri standard pentru utilizarea fiecărui mijloc de producție, proceduri care trebuie evaluate și upgrdate pentru a asigura un randament corespunzător. Nu trebuie pierdut din vedere factorul uman. Personalul firmei trebuie să fie pregătit corespunzător, evaluat periodic și, dacă este nevoie, introdus în programe de training.

Departamentul de aprovizionare are un rol deosebit de important, atât în relația sa cu cel de producție, cât și cu cel de mentenanță, deoarece el asigură necesarul de materii prime și materiale în acord cu ritmul producției, precum și piesele de schimb și materialele necesare eventualelor lucrări de întreținere și reparații.

Serviciul de mentenanță trebuie să asigure menținerea în stare perfectă de funcționare și exploatare a echipamentului de producție. Obiectivul activității de mentenanță este prevenirea problemelor și rezolvarea lor fără un impact negativ la adresa producției. Trebuie avute în vedere atât mentenanța corectivă, cât și cea preventivă, cu utilizarea eficientă a infrastructurii și a capacității de producție a firmei. Aceasta poate fi realizată pe baza unor proceduri și practici standard, care trebuie să asigure intervalul corect între inspecții, ajustări sau reparații. Procedurile standard trebuie cunoscute de către personalul de întreținere astfel încât sarcina să fie îndeplinită în timp minim și cu costuri minime.

Deși cele prezentate mai sus sunt elemente general valabile, indiferent de mărimea firmei, la dezvoltarea unei politici de mentenanță trebuie avut în vedere acest element.

Pentru firmele mici implementarea unei strategii de mentenanță predictivă este de cele mai multe ori un efort deosebit din punct de vedere financiar. Deși programul poate genera rezultate similare celor din firmele mari, la nivel financiar nu este întotdeauna justificabilă o astfel de abordare. Există însă program special concepute pentru firmele mici, care să le permită acestora implementarea unor programe de mentenanță, în vederea creșterii randamentului și productivității, fără modificări în structura de personal sau în cea productivă.

Pentru firmele mari, implementarea unor programe de mentenanță predictivă sunt perfect justificabile, cu precizarea că aceste programe să fie integrate într-o politică unitară, pentru a se evita disiparea eforturilor și apariția unor cheltuieli suplimentare. De aceea este foarte importantă existența unui sistem informatic de management, care să includă toate elementele ce concură la desfășurarea unei activități de producție profitabilă. Implementat în mod corect, un astfel de sistem va furniza un mijloc de comunicare și de integrare a serviciilor de aprovizionare, producție, mentenanță și vânzări.

1.2.2. TEHNICI UTILIZATE DE POLITICILE DE MENTENANȚĂ

Componentele unui sistem, precum pompe, motoare electrice sau hidraulice, sisteme de transmisie, etc ca părți integrante ale acestuia trebuie să funcționeze la parametri optimi pentru a asigura atingerea performanțelor proiectate ale sistemului în ansamblu. Abordarea problemelor de mentenanță, stabilirea procedurilor și strategiei de mentenanță pentru un sistem trebuie de aceea să aibă în vedere atât monitorizarea și diagnoza la nivelul fiecărei componente, dar și influența variabilelor sistem. De cele mai multe ori cauza unui defect se găsește la nivelul variațiilor parametrilor de proces și o abordare neintegrativă a monitorizării și diagnozei sistemului poate duce la acțiuni ineficiente. Astfel, pe lângă cele mai cunoscute tehnici de monitorizare și diagnoză (monitorizarea vibrațiilor, termografia, tribologia) trebuie avuți în vedere și alți parametri ai unui sistem precum: debite, tensiuni, curenți, temperaturi, etc.

În sisteme echipate cu comandă prin calculator sau prin automate programabile cea mai mare parte a acestor parametri sunt achiziționați și utilizați în procesul de comandă și control. Tipul și numărul acestora variază de la un sistem la altul, dar algoritmul aplicării procedurii de monitorizare și diagnoză este asemănător. Colectarea acestor parametri, împreună cu aplicarea tehnologiilor tradiționale ale mentenanței predictive vor furniza toate datele necesare pentru analiza stării și performanțelor sistemului.

Deoarece cea mai mare parte a echipamentelor utilizate în sistemele industriale fac parte din categoria sistemelor electromecanice, analiza tehnologiilor de mentenanță se va focaliza pe acestea, de la cele mai simple exemple – sisteme de antrenare de tip motor electric-pompă, până la linii complexe de fabricație.

Trebuie avut în vedere faptul că, în orice sistem, programul de mentenanță se va focaliza pe componentele critice ale acestuia. O componentă critică este definită ca elementul direct implicat în procesul productiv, de care depinde în mod esențial productivitatea întregului sistem, randamentul acestuia și, nu în ultimul rând, calitatea produsului.

Principalele tehnologii de monitorizare și diagnoză a stării unui sistem sunt prezentate în continuare.

Analiza vibrațiilor este una din cele mai utilizate metode de detecție și diagnoză a defectelor în sisteme electromecanice. Prin această metodă se măsoară vibrațiile sistemului, de obicei cu un accelerometru, după care se examinează spectrul de frecvențe generat în vederea identificării frecvențelor semnificative din punct de vedere al stării mașinii. Anumite frecvențe sunt proprii sistemului în funcționare normală. Modificarea amplitudinii anumitor armonici, de exemplu, poate semnifica prezența unui defect. Datele pot fi colectate periodic, utilizând un sistem portabil, sau continuu, instalându-se un sistem de monitorizare continuă.

Prin vibrații se pot detecta defecte precum: dezechilibre, probleme în lagăre, rezonanță structurală, defecte rotorice la mașinile electrice, excentricități. Măsurătorile sunt rapide și neinvazive, funcționarea sistemului testat nefiind tulburată.

Pentru fiecare sistem electromecanic se definește un nivel propriu de vibrații, orice derivație de la acesta indicând o problemă, astfel încât să se poată interveni înainte ca sistemul să se deterioreze. Există de asemenea standarde care furnizează nivele de vibrații pentru grupe de echipamente și viteze de operare. Acestea pot fi folosite ca termen de comparație în stabilirea nivelului de vibrații ale unui anumit echipament.

Pe piață există o gamă largă de instrumente de măsură a vibrațiilor, de la tipul portabil, până la echipamente complexe, fixe, pentru sisteme care necesită o monitorizare permanentă. Marea majoritate a aparatelor de măsurare a vibrațiilor lucrează în domeniul 10 Hz...1kHz, considerat cel mai bun interval pentru probleme de tipul dezechilibre, excentricități, eforturi suplimentare. Aparatele mai sofisticate lucrează într-o bandă mult mai largă, până la 20 kHz și afișează atât în domeniul timp cât și în domeniul frecvență pe ecran LCD. Datele pot fi prelucrate imediat sau pot fi descărcate pe un computer host pentru analiză și procesare. Aceste sisteme pot fi utilizate nu numai pentru măsurarea vibrațiilor, dar și pentru diagnosticarea unor defecte specifice, pe baza transformatei Fourier (FFT).

Un alt parametru cheie care poate furniza informații asupra stării unui echipament/sistem este temperatura. Aceasta este un indicator important al condițiilor mecanice, electrice sau al sarcinii aplicate unei anumite componente. De exemplu, frecările într-un lagăr determină creșterea temperaturii. Instalând termocuple în lăcașul lagărelor și măsurând modificările de temperatură poate fi stabilită prezența unor probleme. Întreținerea poate fi astfel programată încât să se evite apariția unei probleme mai serioase.

Termografia reprezintă utilizarea unei camere cu infraroșu pentru a vizualiza și măsura energia termică emisă de un obiect. Energia termică este o parte a spectrului electromagnetic ce nu poate fi detectată de ochiul uman, dar este percepută ca și căldură. În domeniul infraroșu, orice corp cu temperatură diferită de zero emite căldură. Chiar și obiectele cu temperatură sub zero grade emit unde în infraroșu. Camerele cu infraroșu produc imagini ale radiației termice și dau posibilitatea măsurării temperaturii fără contact direct.

Analiza fluidului de ungere poate fi utilizată pentru a determina condițiile de uzură mecanică, cele de lubrifiere sau starea fluidului. Prezența unor particule metalice în fluidul de ungere sugerează existența unei uzuri, analiza acestora furnizând informații asupra piesei supuse uzurii. Aciditatea fluidului arată fie oxidarea datorită temperaturilor înalte de lucru, fie contaminarea cu particule de apă sau utilizarea îndelungată a acestuia. Vâscozitatea este de asemenea un parametru important și trebuie să fie în conformitate cu cea precizată în datele producătorului. Alcalinitatea sau pierderea acesteia dovedește că fluidul este în contact cu acizi anorganici precum acidul sulfuric sau cel nitric. Pentru analiza fluidului se utilizează o serie de metode, parte dintre ele fiind prezentate în continuare.

Spectrometria reprezintă măsurarea cantității și tipului elementelor metalice într-o mostră de fluid. Principiul de operare constă în pulverizarea unei mostre de fluid diluat într-un gaz inert formând un aerosol. Acesta este introdus într-un câmp magnetic pentru a forma o plasmă la o temperatură de aproximativ 9000°C. Ca rezultat al acestei temperaturi ridicate, ionii metalici preiau și eliberează energie sub formă de fotoni. În acest fel este creat un spectru cu diferite lungimi de undă pentru fiecare element metalic. Un spectrometru poate detecta particule foarte mici de metal aflate în suspensie în fluid, cu dimensiuni de la 0 la 3 micrometri, ca indicatori ai prezenței unei uzuri.

Un dispozitiv relativ ieftin, pentru **detectarea zgomotului ultrasonic**, poate fi utilizat pentru a determina scurgeri de lichid sau gaz. Când un fluid trece de la o zonă de presiune mare la una de presiune redusă se produce zgomot ultrasonic datorită curgerii turbulente. Detectorul transformă zgomotul ultrasonic în zgomot în gama audibilă. Inspecțiile se fac de obicei semestrial sau anual.

O componentă importantă a unui sistem electromecanic este blocul de acționare electrică. Pentru detecția și diagnosticarea defectelor în sistemele de acționare electrică s-au dezvoltat o gamă largă de metode, atât pentru circuitul de forță, cât și pentru convertorul electromecanic. **Măsurarea impedanței complexe, a rezistenței de izolație, analiza spectrului de armonici al curentului de fază, sau a fluxului de scăpări**, sunt câteva metode utilizate la diagnosticarea sistemelor de acționare electrică. Principalele defecte ce pot apărea în sistemele de acționare electrică se referă la probleme legate de lagărele mașinilor electrice, excentricități, scurtcircuit

ale înfășurărilor, bare rupte, miezuri neomogene, etc. Elemente suplimentare vor fi prezentate într-un paragraf separat.

1.3. IMPLICAȚII FINANCIARE

În condițiile normale ale analizei unei noi investiții se pun în balanță costurile inițiale și beneficiile așteptate, în termeni de economii realizate și de creștere a profitului. Pentru a considera proiectul ca fiind o bună investiție trebuie recuperate cheltuielile realizate într-un interval de timp rezonabil.

Dacă pentru achiziționarea și instalarea unui nou echipament aceste calcule sunt relativ ușor de făcut, beneficiile investițiilor în mentenanță sunt foarte greu de evaluat, deoarece acest proces implică mult mai multe variabile.

În evaluarea necesității dezvoltării și implementării în ultimă instanță a unei politici de mentenanță la nivelul unei companii trebuie avute în vedere câteva elemente, și anume: frecvența întreruperilor, distribuția lor în timp, necesitatea unor reparații dese, numărul de produse cu defect fabricate, posibile reduceri ale performanțelor, etc. De aceea este importantă cunoașterea performanțelor anterioare ale mașinii/echipamentului/sistemului asupra căruia se va interveni prin programul de mentenanță, dar și analiza posibilității îmbunătățirii acestora.

Pentru a justifica susținerea financiară a unui politici de mentenanță într-o firmă este necesar ca aceasta să fie într-o oarecare măsură cuantificabilă din punct de vedere al costurilor și beneficiilor pe care le presupune. Calculul acestora include atât costuri și beneficii ce pot fi determinate cu acuratețe, dar și unele greu de cuantificat. De exemplu, pentru prima categorie, se pot calcula costurile unei întreruperi de producție. Într-o întrerupere de x ore a procesului de producție rezultă un număr de piese nerealizate și un alt număr de piese defecte, al căror corespondent financiar se poate determina. Este însă greu de cuantificat insatisfacția clientului, dacă furnizarea produselor întârzie, sau corectarea întreruperilor de producție, dacă realizarea unui anumit produs este prioritară.

O altă categorie de cheltuieli cuantificabile sunt reprezentate de costurile directe și de instalare ale echipamentelor ce urmează a fi achiziționate pentru implementarea politicii de mentenanță. Trebuie avut în vedere momentul instalării acestora, în așa fel încât să se elimine întreruperile de producție și, în plus, trebuie pregătit personal care să fie capabil să le exploateze.

O dată ce echipamentul a fost instalat și pus în funcțiune, costurile aferente se referă în principal la personalul dedicat exploatării acestuia. Dacă însă personalul existent este bine pregătit și dacă echipamentul nou instalat preia o parte din sau îmbunătățește randamentul sarcinilor operatorilor, atunci

costurile de operare sunt reprezentate în cea mai mare parte de combustibilul sau energia necesare, consumabile, etc.

În concluzie, se poate spune că justificarea financiară a implementării unei politici de mentenanță trebuie să aibă la bază un plan de afaceri ferm, în care cheltuielile de investiții să fie acoperite de beneficii din punct de vedere financiar.

1.4. ALEGEREA STRATEGIEI DE MENTENANȚĂ

În alegerea strategiei în vederea implementării unui anumit tip de mentenanță, trebuie avut în vedere în primul rând faptul că mentenanța nu presupune executarea lucrărilor de reparații în cel mai scurt timp, ci este în principal un mijloc de prevenire a pierderilor cauzate de problemele mașinilor/echipamentelor. Astfel, rolul strategiei de mentenanță este acela de a obține și menține următoarele:

- disponibilitate optimă a echipamentelor/sistemelor de producție și a celor auxiliare, pentru menținerea capacității de producție a companiei la nivelul de performanță stabilit;
- condiții de operare optime pentru echipamentele/sistemele de producție sau auxiliare;
- utilizarea eficientă și la capacități maxime a resurselor pentru mentenanță;
- extinderea timpului de viață al echipamentelor/sistemelor;
- reacție rapidă în caz de defect;

Dezvoltarea unei strategii de mentenanță la nivelul unei companii nu se reduce la un singur tip de mentenanță. Va exista întotdeauna o mixtură de mentenanță reactivă, corectivă, preventivă și predictivă. De asemenea, un factor important în alegerea unui tip de mentenanță este reprezentat de consecințele unei eventuale stări de defect la nivelul mașinii/echipamentului/sistemului. Apariția unui defect poate pune probleme de securitate a muncii sau a producției, sau poate duce la probleme de mediu. Există defecte care determină costuri mari legate de pierderi de producție, sau defecte care pot face irecuperabil un echipament. De cele mai multe ori, pentru fiecare echipament/proces se cunosc consecințele unui eventual defect. În caz contrar se poate apela la operatorul echipamentului respectiv sau în documentația aferentă acestuia.

În literatura de specialitate, strategiile de mentenanță amintite mai sus se regăsesc și sub alte denumiri. [] prezintă ca posibile metode/strategii de mentenanță următoarele:

- mentenanță bazată pe evaluarea continuă a parametrilor mașinii/echipamentului/procesului (CBM – condition based maintenance);
- intervenții la intervale fixe de timp (FTB – fixed time maintenance);

- funcționare până la întreruperea capacității de funcționare (OTB – operate to breakdown);
- mentenanță din proiectare (DOM – design out maintenance).

OTB este corespondentul mentenanței reactive, intervenția asupra mașinii/echipamentului/procesului realizându-se numai după ce defectul a dus la întreruperea capacității de funcționare. Pentru astfel de situații, cea mai bună soluție este aceea a dezvoltării unei proceduri corective care să permită intervenția asupra defectului, cu analiza cauzei, nu numai a simptomaticii și cu verificarea reparației înainte de repunerea în funcțiune.

DOM este o categorie aparte de mentenanță, care ia în considerare problemele legate de mentenanță încă din faza de proiectare. De exemplu, se prevăd sisteme de ungere automate, etanșări mecanice sau lagăre etanșe, pentru prevenirea unor eventuale defecte.

FTM poate fi echivalată cu mentenanța preventivă, caz în care intervențiile sunt stabilite și organizate din timp, la intervale fixe de timp, de cele mai multe ori în funcție de ciclul de viașă al mașinii/echipamentului sau diferitelor subansamble ale acestora.

CBM, fiind o metodă bazată pe evaluarea continuă a stării mașinii/echipamentului, intră în categoria mentenanței predictive. Monitorizarea continuă a stării mașinii/sistemului permite detectarea încă din fază incipientă a defectelor, astfel încât intervenția corectivă poate fi planificată și organizată din timp. La dezvoltarea unui sistem de monitorizare și diagnoză trebuie avuți în vedere doi factori. În primul rând, metoda sau tehnica de monitorizare trebuie să fie funcțională pe timpul funcționării mașinii/echipamentului/procesului monitorizat. Pe lângă aceasta, metoda aleasă trebuie să fie obiectivă, bazându-se pe date furnizate de sisteme performante de măsură, achiziție și procesare date.

Pentru o mentenanță eficientă este necesară pregătirea unei documentații specifice, care să fie accesibilă personalului de mentenanță la locul intervenției. Această documentație trebuie să conțină:

- indicații asupra monitorizării și ungerii în timpul funcționării;
- proceduri de monitorizare și ungere pe perioada opririi și proceduri de FTM;
- standarde de monitorizare pentru diferite componente;
- standarde specifice.

Trebuie avut în vedere faptul că un echipament/sistem are în structura sa o mulțime de componente/subansamble, fiecare cu propriul program de mentenanță care specifică: intervalul de timp la care trebuie realizată inspecția, tehnicile și personalul de inspecție. Astfel, un sistem complex de mentenanță trebuie să posede o bază de date bine pusă la punct, sub formă scrisă sau computerizată.